

Heat exchanger for IC engine, has stacked flat profile tubes between collector boxes and with space between tubes used for separate coolant circuit

Patent number: DE19830846
Publication date: 2000-01-13
Inventor: MOLDOVAN FLORIN (DE)
Applicant: BEHR GMBH & CO (DE)
Classification:
- **international:** F28F9/04; F28F9/16; F28D1/00
- **european:** F28D7/00B; F28D7/00D; F28F9/00A
Application number: DE19981030846 19980710
Priority number(s): DE19981030846 19980710

Abstract of DE19830846

A heat exchanger for an IC engine has a stack of flat profile tubes with the ends of the tubes widened to connect to collector boxes. The space between the tubes is also used for a second coolant circuit with ducts (10) bounded by the surfaces of adjacent flat tube sections. The second coolant circuit can be used e.g. for cooling the inlet air into a turbocharger. The flat profile tubes and the additional cooling sections are made of aluminum and are brazed in one process.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**
10 **DE 198 30 846 A 1**

51 Int. Cl.⁷:
F 28 F 9/04
F 28 F 9/16
F 28 D 1/00

21 Aktenzeichen: 198 30 846.9
22 Anmeldetag: 10. 7. 1998
43 Offenlegungstag: 13. 1. 2000

DE 198 30 846 A 1

71 Anmelder:
Behr GmbH & Co, 70469 Stuttgart, DE

74 Vertreter:
Patentanwalt Dipl.-Ing. Walter Jackisch & Partner,
70192 Stuttgart

72 Erfinder:
Moldovan, Florin, 70180 Stuttgart, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:

DE 195 43 986 A1
DE 38 34 822 A1
DE 94 06 197 U1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Wärmetauscher

57 Ein Wärmetauscher umfaßt mehrere parallele Flachrohre für ein erstes Wärmetauschfluid, deren Enden in Sammelbehältern aufgenommen sind. Zwischen den Flachrohren sind Zwischenräume für ein zweites Wärmetauschfluid gebildet. In den Zwischenräumen sind Rahmen angeordnet, die mit einer Oberfläche der Flachrohre dichtend verbunden sind und die gemeinsam mit der Oberfläche der Flachrohre Hohlräume für das zweite Wärmetauschfluid begrenzen. In den Rahmen ist mindestens je eine mit dem Hohlraum verbundene Öffnung zur Zuleitung und Rückleitung des zweiten Wärmetauschfluids vorgesehen.

DE 198 30 846 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Wärmetauscher mit mehreren parallelen Flachrohren der im Oberbegriff des Anspruchs 1 angegebenen Gattung.

Aus der DE 195 43 986 A1 ist ein Wärmetauscher bekannt, der eine Vielzahl parallel verlaufender Flachrohre mit dazwischenliegenden Rippen umfaßt. Die Rohre sind an den Rohrenden derart aufgeweitet, daß die Rohrenden im Querschnitt rechteckförmig ausgebildet sind. Die Rohrenden weisen parallele Verbindungsflächen auf, die zur Anlage mit entsprechenden Verbindungsflächen benachbarter Rohrenden gebracht werden. Weiterhin weisen die Rohrenden kurze Verbindungsflächen auf, auf die die Sammelbehälter mit ihren Schenkeln bzw. Kragen gesetzt werden.

Der bekannte Wärmetauscher ist so konstruiert, daß das zweite Wärmetauscherfluid Kühlluft ist. Zur Kühlung von Ladeluft wird daher für eine ausreichende Wärmeübertragungsleistung eine entsprechende Baugröße benötigt. Um eine kompaktere Bauweise für eine gute Wärmeübertragungsleistung zu erreichen, sind Ladeluftkühler bekannt, bei denen das sekundäre Wärmetauscherfluid eine Flüssigkeit vorzugsweise das Kühlmittel einer Brennkraftmaschine ist. Bei derartigen Wärmetauschern ist der gesamte Wärmetauscherblock in einem Gehäuse aufgenommen, in das das Kühlmittel eingeleitet bzw. nach Durchströmen der Zwischenräume zwischen den Flachrohren aus diesem wieder abgeführt wird.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Wärmetauscher der im Oberbegriff des Anspruchs 1 angegebenen Gattung zu schaffen, bei dem ein geschlossenes System für das zweite Wärmetauscherfluid vorgesehen ist und der einfacher und kostengünstiger herstellbar ist.

Diese Aufgabe wird durch einen Wärmetauscher mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Die wesentlichen Vorteile der Erfindung bestehen darin, daß der Wärmetauscher auf einfache Weise aufgebaut ist und eine kompakte Bauform aufweist. Die Flachrohre und die dazwischen befindlichen Rahmen können je nach benötigter Leistung des Wärmetauschers entsprechend geschichtet werden, so daß aufgrund der modularen Bauweise den jeweils gewünschten Anforderungen Rechnung getragen werden kann.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung bestehen sowohl die Flachrohre als auch die jeweiligen Rahmen aus Aluminiumwerkstoffen und sind miteinander verlötet. Dadurch wird ein vollständig aus Aluminium bestehender Wärmetauscher geschaffen, der in einem einzigen Arbeitsgang vollständig gelötet wird, d. h. das nachträgliche Anordnen und Verbinden von den Wärmetauscherblock umgebenden Gehäuseteilen entfällt vollständig.

An dem Rahmen sind vorzugsweise Ansätze vorgesehen, die über die Kontur des Flachrohres hinausstehen und in diesen Ansätzen die Öffnungen für das zweite Wärmetauscherfluid aufweisen. Auf diese Weise ist es möglich, die Anschlußöffnungen in der Rahmenebene anzuordnen, d. h. daß die Öffnung jeweils dem nächsten Rahmen zugewandt ist. Da die Ansätze aller Rahmen vorzugsweise deckungsgleich sind und ebenso auch die Öffnungen, können diese Öffnungen auf einfache Weise fluidisch miteinander verbunden werden. Hierzu werden zweckmäßigerweise zwischen den Ansätzen benachbarter Rahmen die Öffnungen umgebende Ringe vorgesehen, so daß diese Ringe Fluidkanäle zwischen den jeweils aufeinanderfolgenden Rahmen bilden.

Es ist außerdem von Vorteil, daß jeder Rahmen zwei Rahmentteile umfaßt, wobei die Teilungsebene parallel zur Oberfläche der Flachrohre verläuft. Dadurch lassen sich die Rahmentteile als gestanzte bzw. geprügte Blechelemente

ausführen, bei denen die flüssigkeitsführenden Kanäle und auch die in den Ansätzen ausgebildeten Öffnungen auf einfache Weise erzeugbar sind. Ferner können bei aus zwei Rahmentteilen bestehenden Rahmen beim Fügen der jeweiligen Teile turbulenz erzeugende Mittel, beispielsweise Wellrippen oder Stegrippen eingelegt werden. Zur Verringerung der Teilevielfalt ist es zweckmäßig, daß die Rahmentteile identisch ausgeführt und bezogen auf die Teilungsebene spiegelbildlich zusammengefügt sind. Die Rahmentteile weisen vorzugsweise einen flanschartigen Rand auf, an dem die Rahmentteile aneinanderliegen und miteinander verbunden sind. Die Rahmentteile bestehen aus einem einseitig lotplattierten Material, wodurch ein ausreichendes Lotangebot zur Verfügung steht und ein separates Aufbringen von Flußmittel und Lot nicht erforderlich ist.

An den Öffnungen des ersten und/oder des letzten Rahmens sind Anschlüsse für das zweite Wärmetauscherfluid vorzusehen, wobei die Anzahl und Anordnung unterschiedlich und den jeweiligen Gegebenheiten am Einbauport angepaßt sein kann. Durch die Bestimmung des Anschlusses für den Zulauf und für den Rücklauf des zweiten Wärmetauscherfluids kann auch bestimmt werden, ob dieses im Gegenstrom oder im Gleichstrom vom ersten Wärmetauscherfluid geführt wird, wobei einer gegenläufigen Strömungsrichtung des zweiten Wärmetauscherfluids der Vorzug gegeben werden sollte.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung sind die Flachrohre an ihren Enden orthogonal zu ihrer Längsachse derart aufgeweitet, daß die Enden jeweils benachbarter Rohre eine Verbindungsfläche bilden, an der sie miteinander verlötet sind. Die Sammelbehälter sind vorzugsweise als Luftkästen für Ladeluft ausgebildet, an denen Anschlußstutzen für die Ladeluft führende Leitungen angeordnet sind.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind nachstehend anhand der Zeichnung näher erläutert. In der Zeichnung zeigt:

Fig. 1 eine Vorderansicht eines als Ladeluft/Kühlmittel-Kühler ausgestalteten Wärmetauschers,

Fig. 2 einen Schnitt entlang der Linie II-II in Fig. 1.

Fig. 3 eine Draufsicht auf den Wärmetauscher gemäß Pfeil III in Fig. 1.

Fig. 4 eine perspektivische Ansicht eines Flachrohres mit einem Rahmen,

Fig. 5 einen Rahmen in Draufsicht,

Fig. 6 einen Schnitt entlang der Linie VI-VI in Fig. 5.

Die Fig. 1 zeigt eine Vorderansicht eines Wärmetauschers 1, der als Ladeluft/Kühlmittel-Kühler ausgeführt ist. Dieser Wärmetauscher 1 umfaßt mehrere parallel zueinander verlaufende Flachrohre 2, deren Enden 3 in Sammelkästen 4 und 8 aufgenommen sind. Hierzu sind die Enden 3 der Flachrohre 2 aufgeweitet, und zwar derart, daß parallele Flächen der Enden 3 benachbarter Flachrohre 2 aneinander liegen. In dem Abstand zweier benachbarter Flachrohre 2 sind Zwischenräume 18 gebildet, in denen jeweils ein Rahmen 10 angeordnet ist. Aufbau und Funktion des Rahmens 10 werden nachstehend zu den weiteren Zeichnungsfiguren noch näher erläutert. Der Sammelkasten 4 ist mit einem Zulaufstutzen 5 für die Ladeluft LL versehen, wohingegen der Sammelkasten 8 einen Rücklaufstutzen 6 aufweist. Diese Sammelkästen 4 und 8 können als U-Profil gestaltet sein, die jeweils endseitig durch entsprechende gestaltete Enden 7, 7' und 9, 9' von Seitenteilen 7 und 9 geschlossen sind. Alle Teile des Wärmetauschers 1 bestehen aus Aluminiumwerkstoffen und sind an ihren Verbindungsflächen miteinander verlötet. Der in die Rahmen 10 eintretende bzw. aus diesen austretende Kühlmittelstrom ist mit den Pfeilen KM bezeichnet.

Die Fig. 2 zeigt einen Schnitt entlang der Linie II-II in Fig. 1 zwischen dem unteren Seitenteil 7 und dem oberen

Seitenteil 9 befinden sich drei Flachrohre 2 mit rechteckigem Querschnitt, an deren Flachseiten parallel zueinander verlaufen. Es versteht sich von selbst, daß die Anzahl der Flachrohre 2 üblicherweise größer ist und lediglich aus Gründen der einfacheren Darstellung auf das zur Erläuterung erforderliche Mindestmaß reduziert ist. In den Innenräumen der Flachrohre 2 befinden sich mäanderförmige Stegrippen 28, die mit den Innenseiten der Flachrohre 2 verlötet sind und damit nicht nur einer Verbesserung der Wärmeübertragung, sondern auch zur Erhöhung der Festigkeit dienen. Zwischen jeweils zwei benachbarten Flachrohren 2 befindet sich jeweils ein Rahmen 10, der aus zwei aufeinanderliegenden Rahmenteilen 11 und 12 gebildet ist.

Der Rahmen 10 erstreckt sich entlang der äußeren Ränder der Flachseiten der Flachrohre 2, wobei die Außenkante des Rahmens 10 mindestens annähernd bündig mit den Schmalseiten des Querschnitts der Flachrohre 2 verläuft. Zwischen den jeweils einander zugewandten Flachseiten benachbarter Flachrohre 2 wird innerhalb des Rahmens 10 ein Hohlraum 13 gebildet, der zur Durchströmung von einem Kältemittel KM vorgesehen ist. In diesem Hohlraum 13 befinden sich Stegrippen 17, die ebenfalls aus Aluminium bestehen und mit der Oberfläche der Flachrohre 2 verlötet sind. Die beiden Rahmenteile 11 und 12 bestehen vorzugsweise aus gestanztem bzw. geprägtem Aluminiumblech, das vorzugsweise einseitig lotplattiert ist. Dabei liegen die beiden lotplattierten Flächen der Rahmenteile 11 und 12 aneinander.

Auf der in Fig. 2 rechten Seite des Wärmetauschers stehen über die Kontur des Wärmetauscherblocks 1 Ansätze 14 der Rahmenteile 11 und 12 hervor, wobei innerhalb des Ansatzes 14 jeweils eine Öffnung 15 gebildet ist. Diese Öffnungen 15 der übereinander befindlichen Ansätze 14 sind fluchtend zueinander ausgerichtet und jeweils über entsprechende Ausprägungen in den Rahmenteilen 11 und 12 die Fluiddurchtritte 16 bilden mit den Hohlräumen 13 verbunden. Zwischen jeweils zwei benachbarten Rahmen 10 bzw. deren Ansätzen 14 ist jeweils ein Ring 20 vorgesehen, dessen Innendurchmesser mindestens annähernd dem Querschnitt der Öffnung 15 entspricht. Zwischen den Stirnseiten des Ringes 20 und den benachbarten Rahmenteilen 11 und 12 der jeweiligen Rahmen 10 ist eine Latscheibe 29 zur stofflüssigen Verbindung des Ringes 20 mit den Ansätzen 14 eingelegt. Der Ring 20 bildet einen Verbindungskanal 21 für das zweite Wärmetauschfluid im vorliegenden Fall Kühlmittel KM, so daß alle Hohlräume 13 der Rahmen 10 über einen einzigen in der Zeichnung nicht dargestellten Kältemittelanschluß versorgt werden können. Am unteren Ansatz 14 ist die Öffnung 15 mittels einer Verschlussplatte 19, die ebenfalls durch Lötung verbunden ist, geschlossen, so daß das aus dem unteren Rahmen 10 abfließende Kühlmittel durch den Verbindungskanal 21 nach oben geleitet wird.

Die Fig. 3 zeigt eine Draufsicht auf den Wärmetauscher 1 gemäß Pfeil III in Fig. 1. Dabei sind ebenso wie in Fig. 1 lediglich die beiden Enden mit den seitlichen Sammelkästen 4 und 8 dargestellt. Diese Draufsicht zeigt die Kontur des Rahmenteiles 9, dessen seitliche Enden 9' und 9'' der U-förmigen Kontur der Sammelkästen 4 und 8 entsprechen und somit als seitliche Abschlußwände für das Profil der Sammelkästen 4 und 8 dienen. Der Sammelkasten 4 enthält den Zulaufstutzen 5, wohingegen der Rücklaufstutzen 6 an dem Sammelkasten 8 angeordnet ist. Über die flächige Erstreckung des Seitenteils 9 stehen die Ansätze 14 und 22 des Rahmens 10 hervor. In dem Ansatz 22 ist eine Öffnung 23 vorgesehen, die als Kältemittelzulauf dient, was durch den Pfeil KM in die Öffnung 23 hinein zum Ausdruck gebracht wird. Durch diese Kältemittelzuleitung werden alle Rahmen 10 des Wärmetauschers bzw. der innerhalb der Rahmen 10 gebildeten und aus Fig. 2 ersichtlichen Hohlräume 13 mit

Kältemittel versorgt. Die Rückleitung des Kältemittels erfolgt durch die Öffnung 15 im Ansatz 14, was durch den aus der Öffnung 15 herausführenden Pfeil KM angegeben ist.

Die Fig. 4 zeigt eine perspektivische Ansicht eines Flachrohres 25 mit einem Rahmen 30. Dieses Flachrohr 25 besitzt einen rechteckigen Querschnitt und an der breiten Seite des Flachrohrquerschnitts ist der Rahmen 30 angeordnet und dichtend mit der Oberfläche des Flachrohres 25 verbunden. Innerhalb des Rahmens 30 ist ein Hohlraum 31 gebildet, der über Fluiddurchtritte 32 mit innerhalb von Ansätzen 33 gebildeten Öffnungen 34 verbunden ist. Die Ansätze 33 befinden sich jeweils am Ende der Längserstreckung des Rahmens 30 und stehen auf derselben Schmalseite des Querschnitts des Flachrohres 25 hervor. Mit den Pfeilen KM ist die Richtung des Kältemittelstromes und mit den Pfeilen LL ist die Richtung der Ladeluftströmung dargestellt.

Die Fig. 5 zeigt die Draufsicht auf ein Rahmenteil 26, das als Rechteck gestaltet ist und an den jeweiligen Enden derselben Längsseite die Ansätze 33 aufweist. In den Ansätzen 33 befinden sich die Öffnungen 34 für den Zulauf und den Rücklauf des Kältemittels. Innerhalb des Rahmenteils 26 ist der Hohlraum 31 gebildet, der über die auf der Unterseite des Rahmenteils 26 gebildeten Fluiddurchtritte 32 jeweils mit den Öffnungen 34 verbunden ist.

Die Fig. 6 zeigt in vergrößerter Darstellung einen Schnitt entlang der Linie VI-VI in Fig. 5. Aus dieser Darstellung wird deutlich, daß es sich bei dem Rahmenteil 26 um ein geprägtes Blech handelt, an dessen äußeren Umfang ein flanschartiger Rand 27 gebildet ist. Die Blechdicke ist mit d bezeichnet und beträgt vorzugsweise 0,5 mm bis 1,0 mm. Wie aus Fig. 6 weiter ersichtlich ist, handelt es sich bei dem Rahmenteil 26 um ein geprägtes Blech, wobei die Höhe h der Ausprägung vorzugsweise 1,0 mm bis 1,5 mm beträgt. Bei einem Rahmenteil 26 bzw. einem aus zwei gleichen Rahmenteilen gebildeten Rahmen 30 beträgt die Lichthöhe des Hohlraums 31 $2d + 2h$, d. h. ca. 3 mm bis 5 mm, und der Fluiddurchtritt 32 zwischen den Öffnungen 34 und dem Hohlraum 31 beträgt 2h, d. h. ca. 2 mm bis 3 mm.

Patentansprüche

1. Wärmetauscher (1) mit mehreren parallelen Flachrohren (2, 25) für ein erstes Wärmetauschfluid (LL), deren Enden (3) in Sammelbehältern (4, 8) aufgenommen sind und mit zwischen den Flachrohren (2, 25) gebildeten Zwischenräumen (18) für ein zweites Wärmetauschfluid **dadurch gekennzeichnet**, daß in den Zwischenräumen (18) mit einer Oberfläche der Flachrohre (2, 25) dichtend verbundene Rahmen (10, 30) angeordnet sind, die gemeinsam mit der Oberfläche der Flachrohre (2, 25) Hohlräume (13, 31) für das zweite Wärmetauschfluid (KM) begrenzen und in dem Rahmen (10, 30) mindestens je eine mit dem Hohlraum (13, 31) verbundene Öffnung (15, 23, 34) zur Zuleitung und Rückleitung des zweiten Wärmetauschfluids (KM) vorgesehen sind.
2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß sowohl die Flachrohre (2, 25) als auch die jeweiligen Rahmen (10, 30) aus Aluminiumwerkstoffen bestehen und miteinander verlötet sind.
3. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß an dem Rahmen (10, 30) Ansätze (14, 22, 33) vorgesehen sind, die über die Kontur des Flachrohres (2, 25) hinausstehen und in diesen Ansätzen (14, 22, 33) die Öffnung (15, 23, 34) für das zweite Wärmetauschfluid (KM) vorgesehen ist.
4. Wärmetauscher nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß jeder Rahmen (10, 30) zwei Rah-

menteile (11, 12; 26) umfaßt, wobei die Teilungsebene parallel zur Oberfläche der Flachrohre (2, 25) verläuft.

5. Wärmetauscher nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Rahmenteile (11, 12; 26) als gestanzte bzw. geprägte Blechelemente ausgeführt sind. 5

6. Wärmetauscher nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Rahmenteile (11, 12; 26) identisch ausgeführt und bezogen auf die Teilungsebene spiegelbildlich zusammengefügt sind.

7. Wärmetauscher nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Rahmenteile (26) einen flanschartigen Rand (27) aufweisen, an dem die Rahmenteile (26) aneinanderliegen und miteinander verbunden sind. 10

8. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 4 bis 7, 15 dadurch gekennzeichnet, daß die Rahmenteile (11, 12; 26) einseitig lotplattiert sind.

9. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 3 bis 8; 20 dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den Ansätzen (14, 22, 33) benachbarter Rahmen die Öffnungen (15, 23, 34) umgebende Ringe (20) vorgesehen sind, die die Öffnungen (15, 23, 34) der jeweiligen Rahmen (10, 30) verbinden.

10. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 3 bis 9, 25 dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine Öffnung (15, 23) des ersten und/oder letzten Rahmens (10) mit einem Anschluß für das zweite Wärmetauscherfluid (KM), insbesondere einem Kühlmittel einer Brennkraftmaschine versehen ist.

11. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 10, 30 dadurch gekennzeichnet, daß die Flachrohre (2) an ihren Enden (3) orthogonal zu ihrer Längsachse derart aufgeweitet sind, daß die Enden jeweils benachbarter Rohre (2) eine Verbindungsfläche bilden, an der sie miteinander verlötet sind. 35

12. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 11, 40 dadurch gekennzeichnet, daß die Sammelbehälter (4, 8) als Luftkästen für die Ladeluft (LL) ausgebildet sind, an denen Anschlußstutzen (5, 6) für die Ladeluft (LL) führende Leitungen angeordnet sind. 45

13. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 12, 50 dadurch gekennzeichnet, daß die Durchströmungsrichtung des ersten Wärmetauscherfluids (LL) gegenläufig zur Strömungsrichtung des zweiten Wärmetauscherfluids (KM) ist. 55

14. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 13, 60 dadurch gekennzeichnet, daß in dem vom Rahmen (10) begrenzten Hohlraum (13) mindestens eine Wellrippe, Stegrippe (17) oder dgl. vorgesehen ist. 65

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

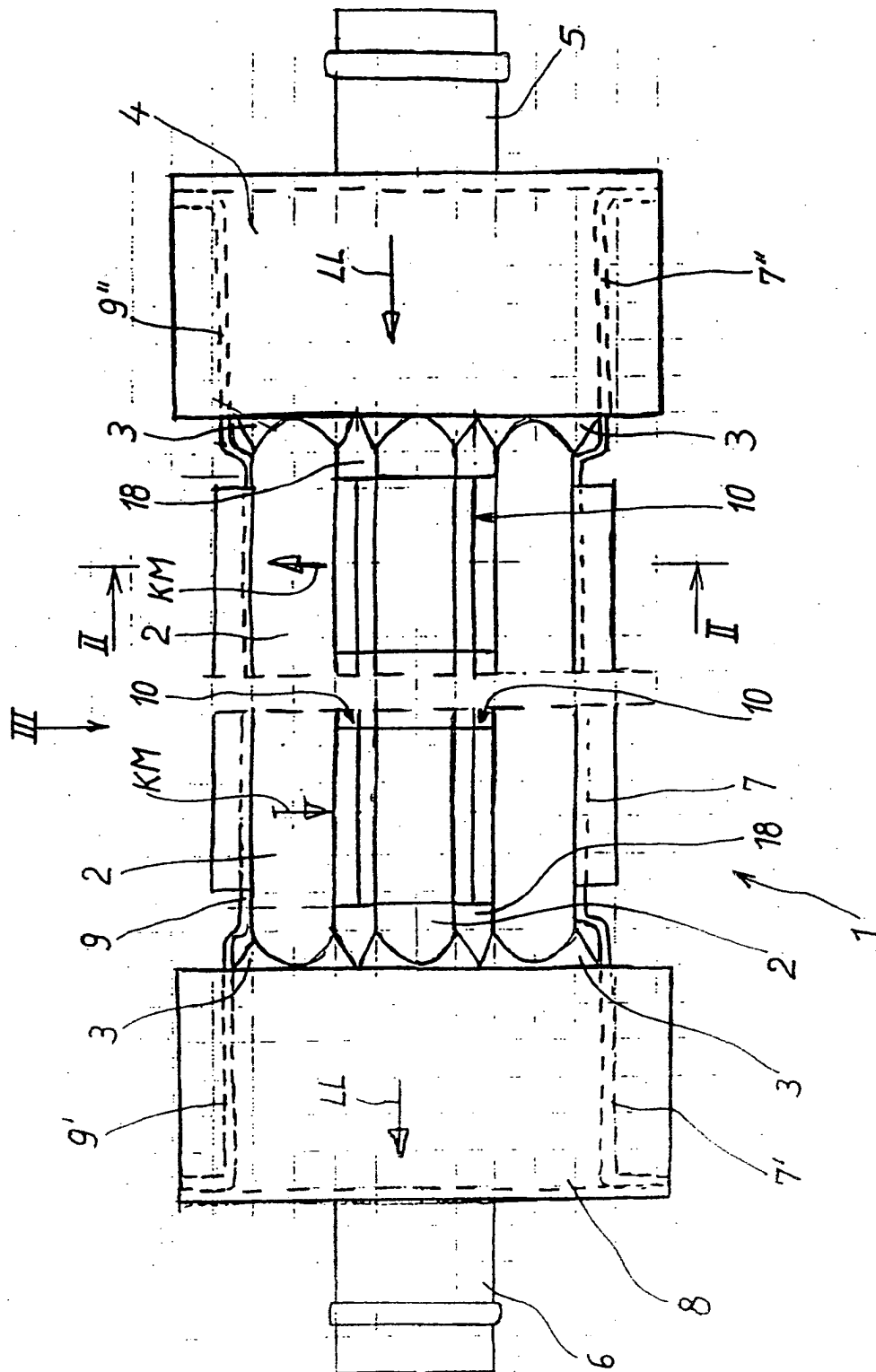
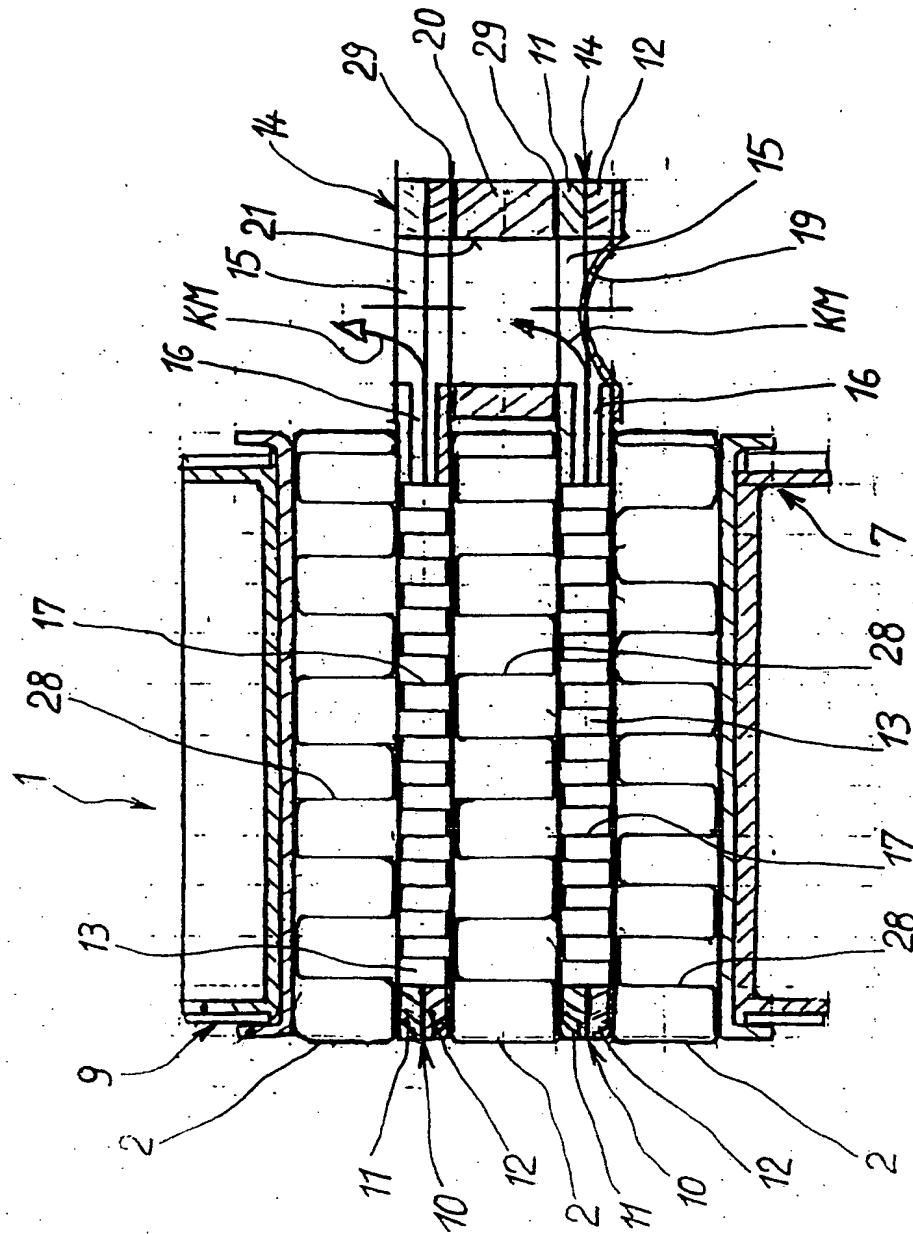


Fig. 1

Fig. 2



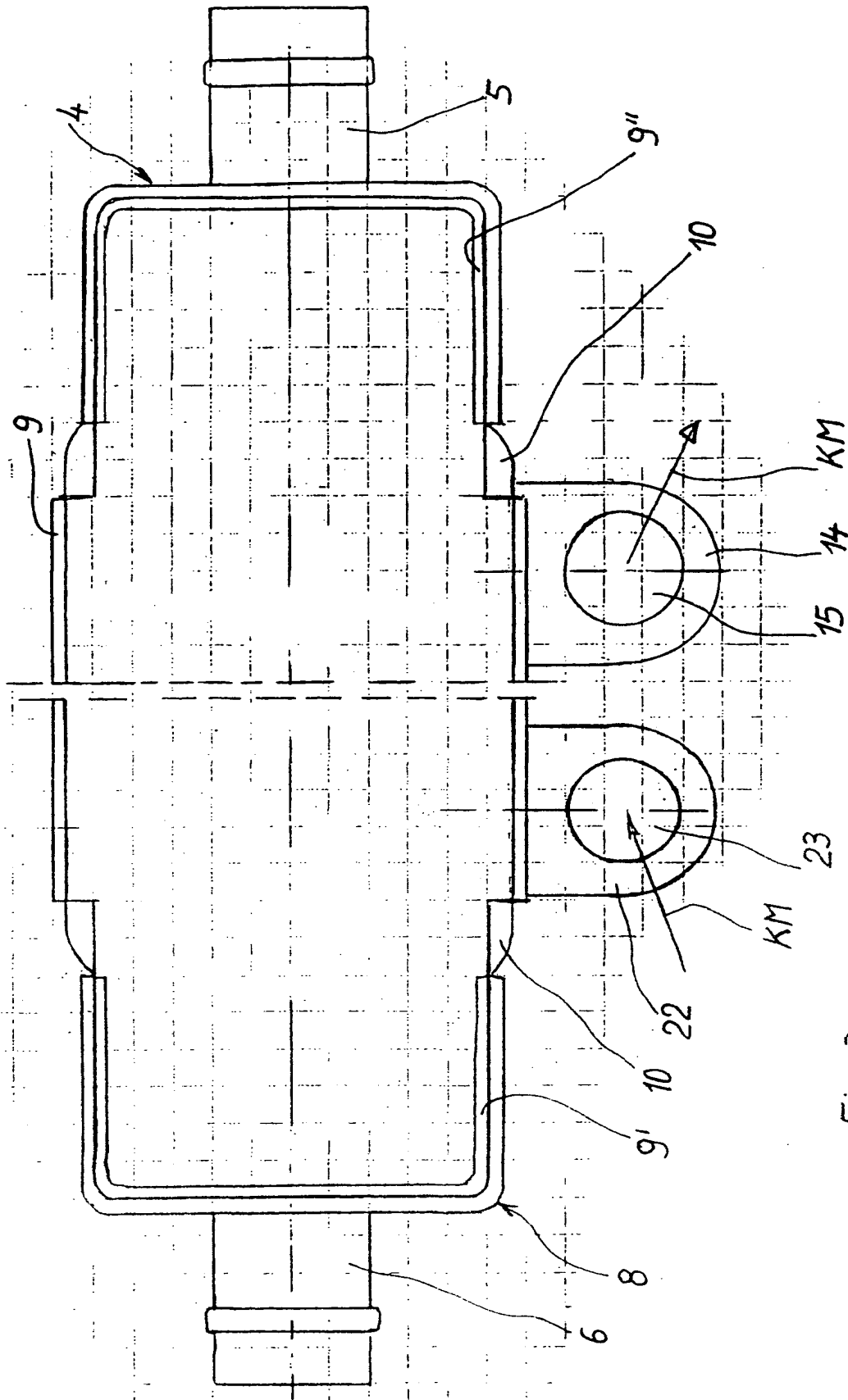


Fig. 4

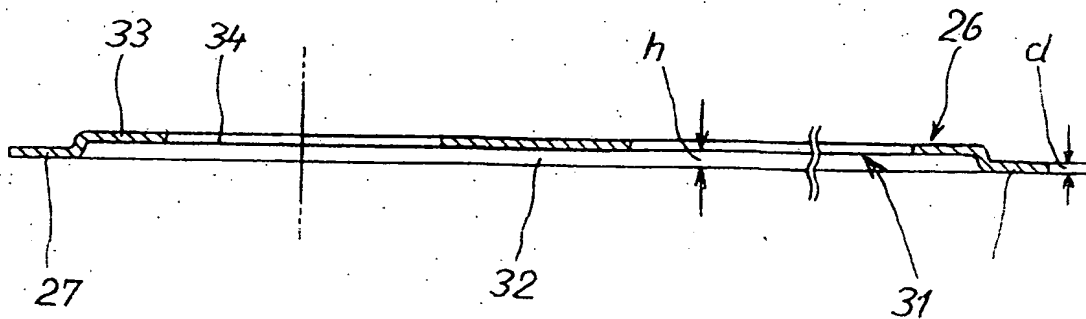
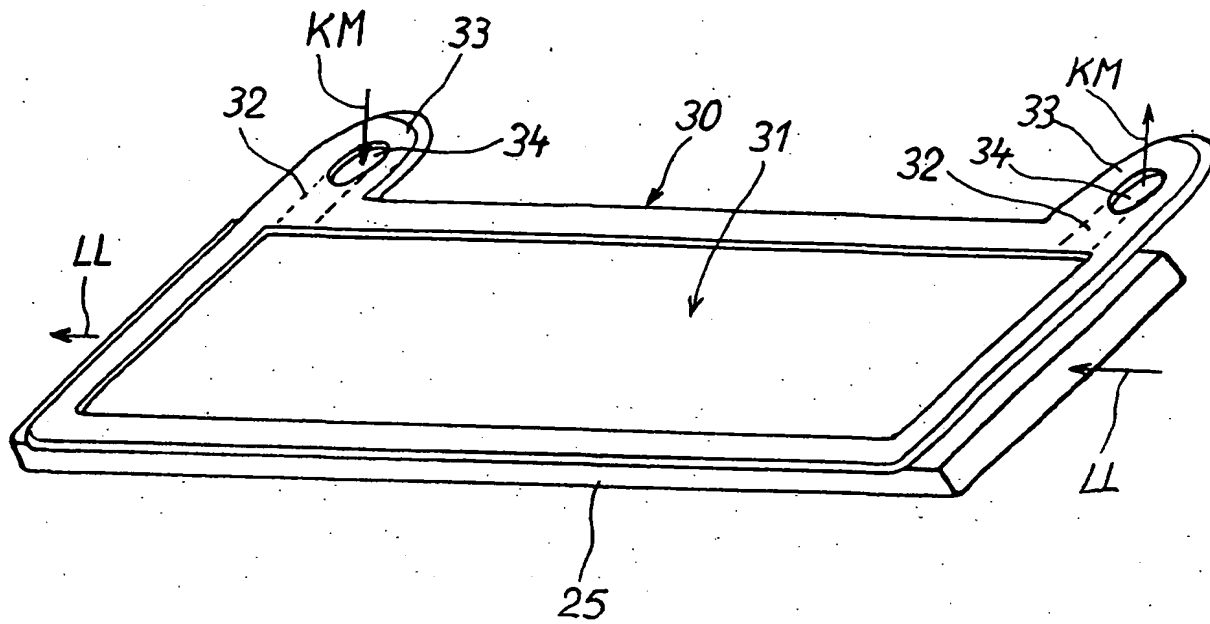


Fig. 6

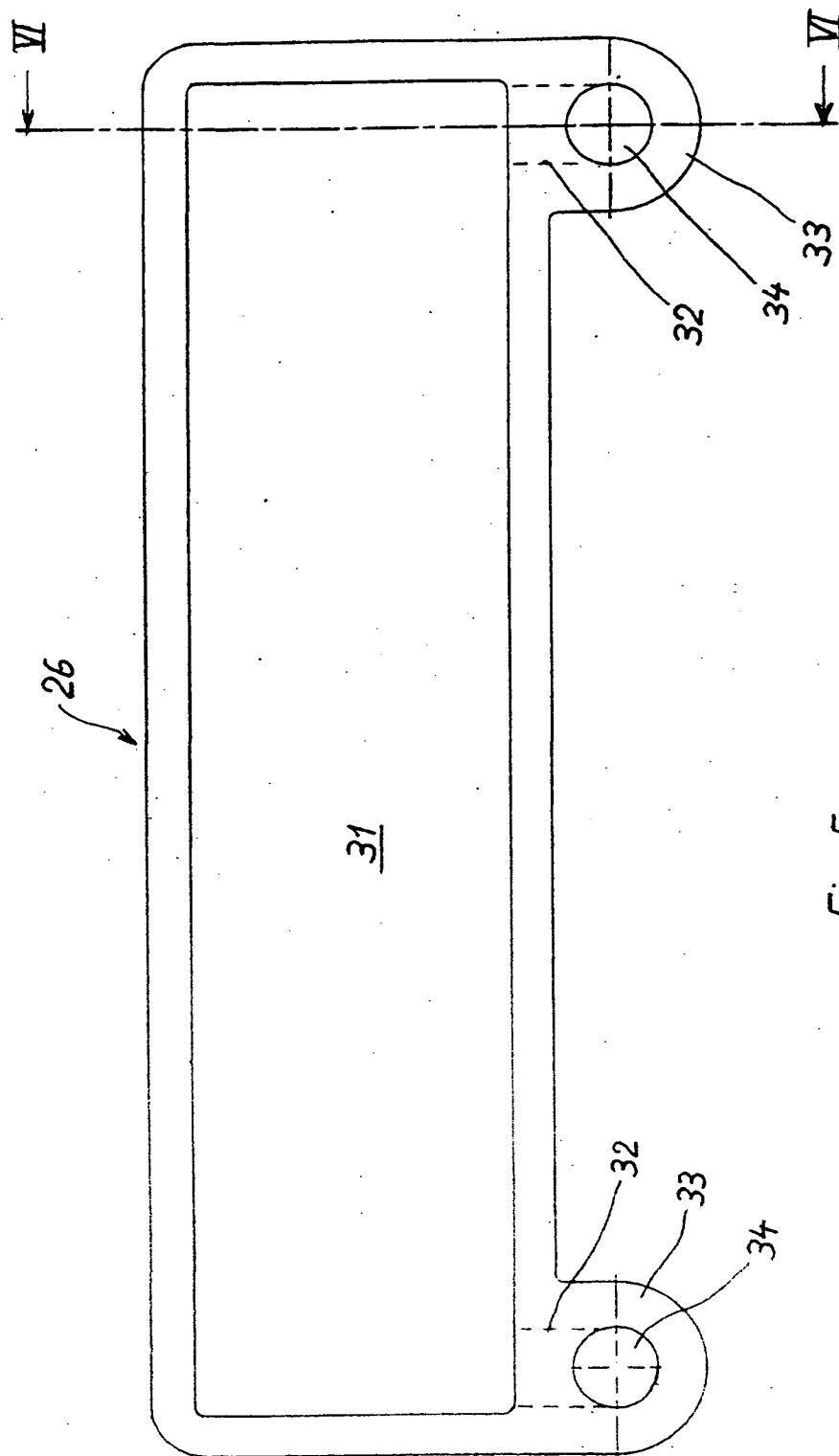


Fig. 5

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)